自動グリップ装置の試作

（機械工学科）野原　稔

Trial Manufacture of Automatic Grip Equipment

(Department of Machanical Engineering) Minoru NOHARA

Abstract

In order to manufacture a machine part, we fix parts material by a certain method. Since parts material is fixed automatically, we use an air cylinder and solenoid combining clamp equipment. Now, after we use an air cylinder and fix parts material, when manufacturing a machine part, a compressor, a control valve, and piping are needed. Moreover, it serves as large-scale equipment. On the other hand, in the electric cylinder (cylinoid) from which parts material changes rotational movement of a motor into a straight-line motion, and obtains impelling force, when it can fix, an air cylinder, a compressor, etc. become unnecessary.

In this paper, when the user inputted the value corresponding to the diameter of a pipe into the program controller, control equipment manufactured the equipment which holds a pipe automatically. We report this manufacture process.

Key Words : Micro Computer, Operation Control, Simulation, Automatic Machine

マイクロコンピュータ，制御，シミュレーション，自動機械

§1 緒言

機械部品を製造するには，何らかの方法で製造する部材を固定する必要がある．部材を自動的に固定する方法として，エアーシリンダーや電磁ソレノイドをクランプ装置と組合わせて使用する方法が考えられる．いま，エアーシリンダーを使用して部材を固定し機械部品を製造するとすれば，コンプレッサー，コントロールバルブおよび配管の引回しが必要となり大掛かりな装置となる．これに対して，部材が，モータの回転運動を直線運動に変換して推力を得る電動シリンダー（シリノイド）により固定できれば，エアーシリンダーやコンプレッサー等が不要となり省スペース化が可能となる．

本研究においては，使用者が，プログラマブルコントローラに筒の径に対応した値を入力すると，自動的に筒をつかむグリップ装置を試作したので，その動作状況について報告する[1)2)]．

§2 ハードウェア

本システムにおいて，マイクロコンピュータ（以降，マイコンと呼ぶ）による制御は，AKI-80（以降，AKIと呼ぶ）を，プログラマブルコントローラによる制御はLUNA製のPROGRAMABLE PULSE CONTROLLER（以降，PCと呼ぶ）を使用した．設計したシステムの全体写真を図１に示す．以降，この装置に使用した主要部品の概要について述べる．

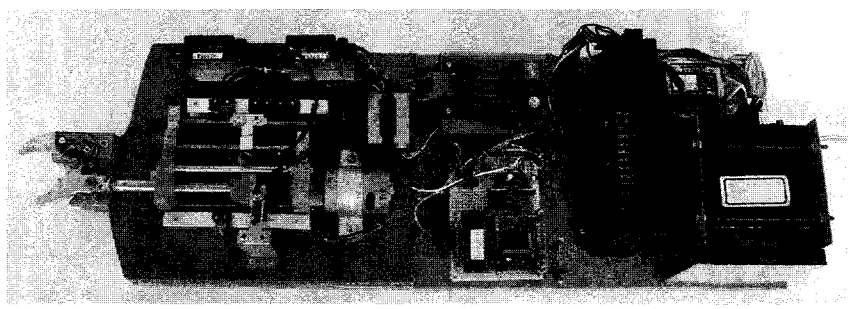


Fig. 1 General view of system

2.1 マイコン

マイコンは，シリノイドモータの駆動と停止，シリノイドの原点と移動量の確認，シリノイド移動時の外乱による緊急停止およびPCとの通信のために使用した．また装置の動作は迅速であることが望ましいため，これを動作させる言語はアセンブリ言語を使用した．AKIの入出力ポートは，パラレルI/Oを，Aポート入力およびBポート出力として使用した[3)4)5)]．

2.2 PC

PCは，入力値すなわち筒の径の設定変更が容易になるため使用した．いま，つかむ筒の径に対応した値をPCに入力すると，ステップモータが駆動し，シリノイドが動作する位置にホトセンサを移動させる．その後，シリノイドが駆動してホトセンサに達すると，可動グリップが作動して設定した筒の径で停止する機構としている[6)]．

2.3 シリノイド

2.3.1 シリノイドとその減速機構

シリノイドは回転運動を直線運動に変換する機構で，小型高速モーターの回転をゆっくりとした高トルクの直線運動に変換することができる．図2はシリノイドの機構構成を示す．図2に示すように，この機構は，一本の雄ネジを介することにより，当初有している雄ネジのリードPを1/2から1/30に減速しながら，回転運動を直線運動に変換できる．基本的には雄ネジA，雄ネジと同じリードPをもつ雌ネジを切ったベアリングの内輪Bおよびこのベアリングと雄ネジを圧接させる機能と，雄ネジの軸を支える機能をもつ2つの補助ベアリングCおよびDから構成されている．

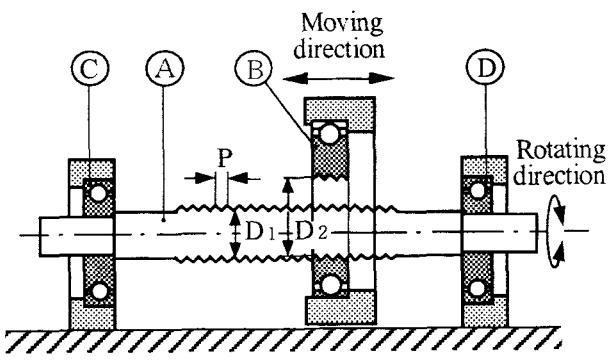


Fig.2 Structure of cylinoid

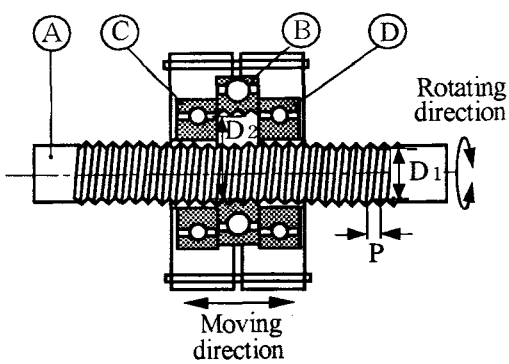


Fig.3 Principle of motion

2.3.2 シリノイドの運動原理

図3はシリノイドの運動原理を示す．図3に示すように，Aが1回転すると，圧接しているBの内輪はD1対D2分回転する．本来，Bの内輪が固定されていれば，この機構のAの1回転あたりの直線運動量はPとなるが，Bの内輪がD1対D2回転するため，相対的な回転はD1対D2回転分減少し，直線運動量はP(1-D1/D2)となる．

2.4 シリノイドの特徴

シリノイドには以下に示すような特徴がある．

1．歯車やボールネジを使用しておらず，主要な運動はベアリング的な要素によって構成されているため，メンテナンスが不要である．

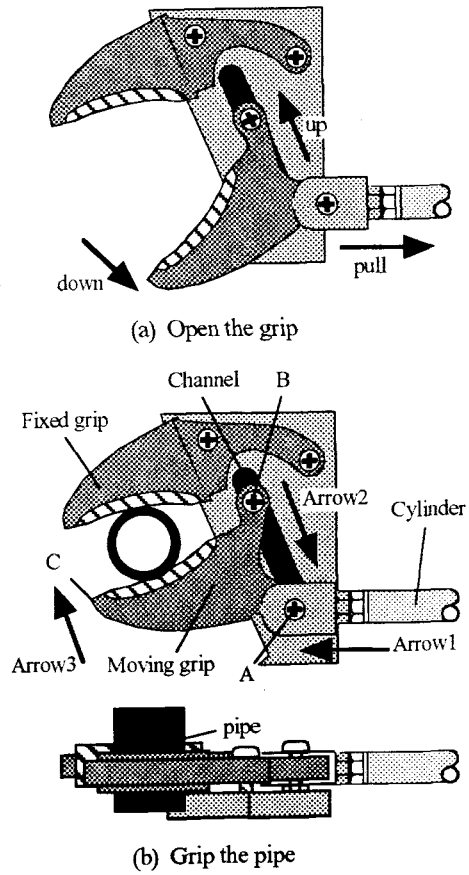


Fig.4 Structure of grip

2．電源のON/OFFのみで動作が可能であるため，取り付け位置の制約が少ない．
3．モータの電圧を調整すると，シリノイドの移動速度を変えることができる．
4．モータの電源をOFFにした場合，最大負荷が加わった状態でも，位置保持ができる．

2.5 グリップの機構

図４はグリップの機構を示している．図４(a)は全開時の，図４(b)は筒をグリップ時の状態を示している．図４(b)において，シリンダーが矢印１の方向に直進すると可動グリップの支点Ａは回転し，支点Ｂに固定された棒は溝に沿って矢印２の方向に移動する．これらの動作により可動グリップの先端Ｃは矢印３の方向に移動して，可動グリップと固定グリップ間で筒をつかむことになる．

2.6 筒の径に対応したPCの値

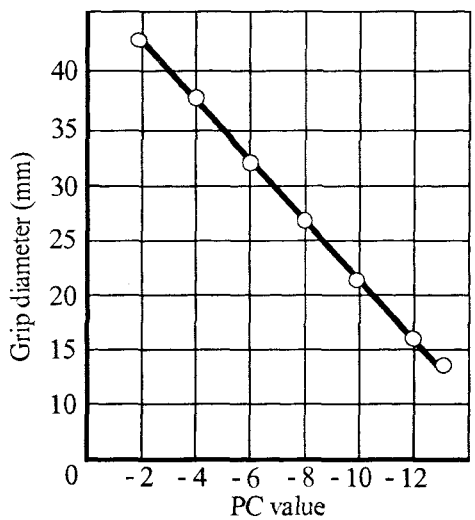


Fig.5 Corresponding state of PC value and pipe diameter

図５は筒の径とそれに対応する値との関係を示している．縦軸が筒の径，横軸がPCへの入力値である．

2.7 シリノイドの発生推力

使用したシリノイドの型番は，CA－62でモータの定格電圧は12Vである．このときシリノイドの発生推力は245N(25Kgf)となっている．ここでは，自動グリップ構成上の強度を考慮してモータに供給する電圧を5Vとしたため，シリノイドに発生する推力は低下する．図６は発生する推力の測定図を示す．図６に示すように，円環に歪みゲージを貼り付け，円環の一端を固定し，他端をシリノイドで引張ることにより推力を測定する構成である．まず，シリノイドの代わりに既値の荷重を順次増加させ，歪み量の変化を記録した．そして，この荷重と歪み量の関係曲線を求めた．次に，シリノイドを取り付けて円環を引張り，歪み量の変化を求めて荷重歪み曲線と比較し，シリノイドの推力を求めた．これによるとシリノイドの推力は，49N(5Kgf)となった．

2．8 配線

図７は，シリノイド，ステップモータ，AKI，リミットスイッチ等を結線したシステムの配線図を示す．本システムにおいて，８ビットのポートＡ，Ｂを有するパラレルI/Oを，Ａポート入力，Ｂポート出力として使用した．入力ポートＡは，リミットスイッチ，ホトセンサおよび信号入力線を，出力ポートＢは，シリノイドモータおよびPCとの通信用出力線を接続した．PCにおいては，原点用スイッチ，緊急停止用スイッチおよびステップモータ用の出力パルスを接続した．また，PCには入出力用のコネクタがあり，AKIとの通信はこのコネクタの入力ポート０（１番ピン）と出力ポート０（9番ピン）を使用した．

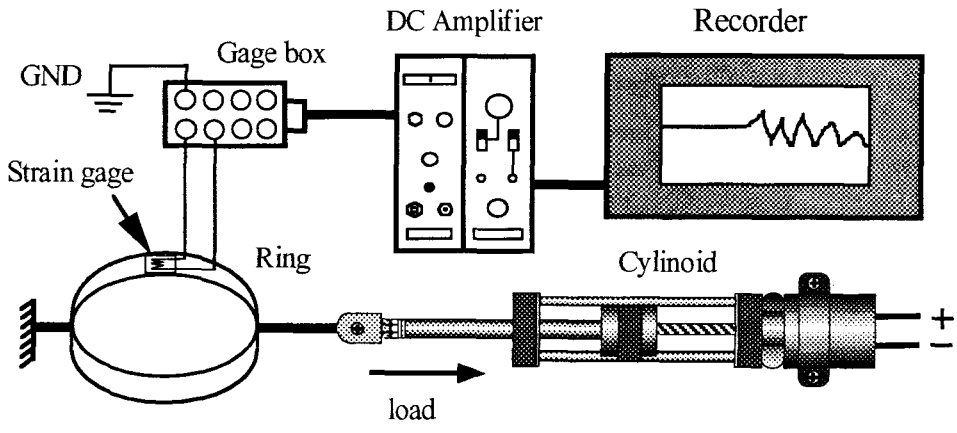


Fig.6 Driving force of cylinoid

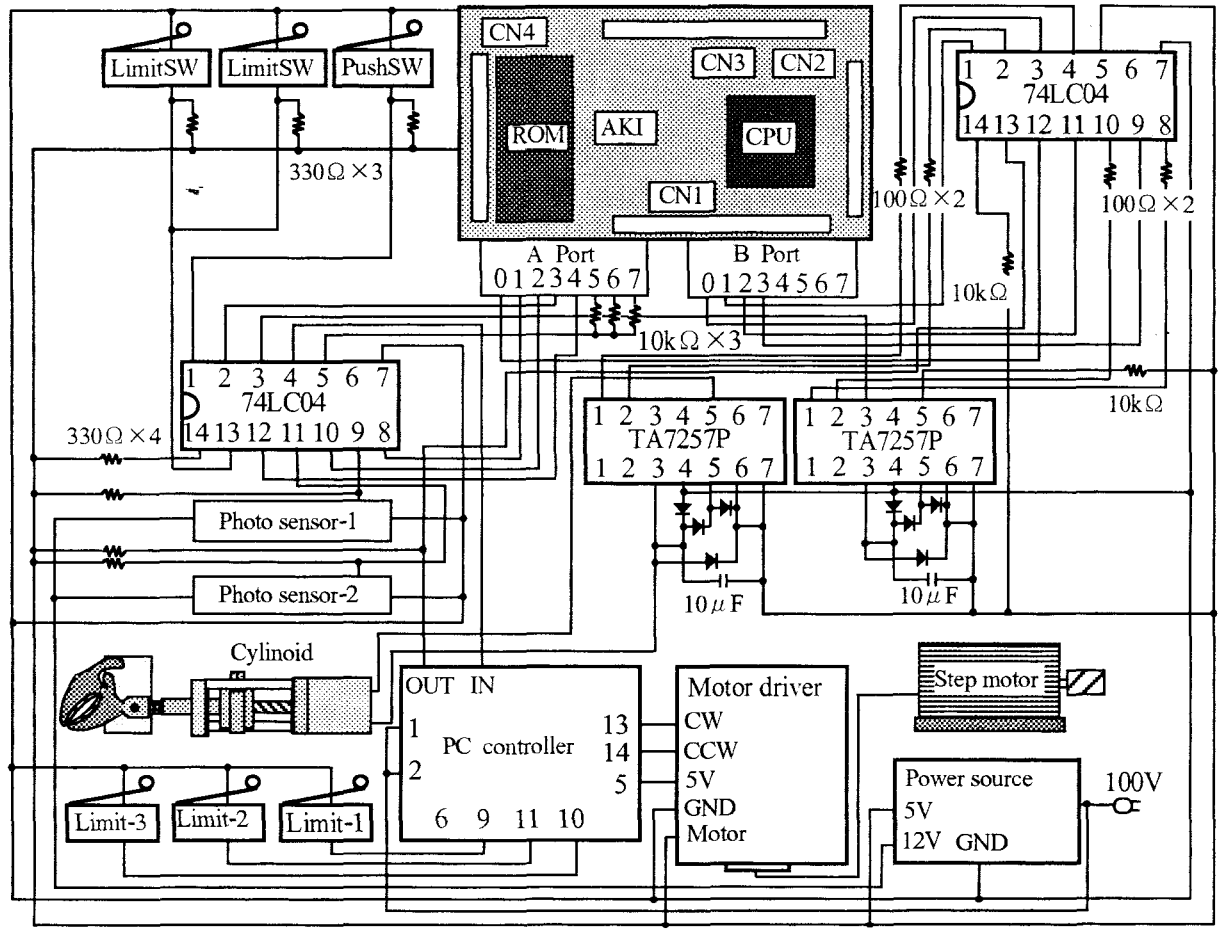
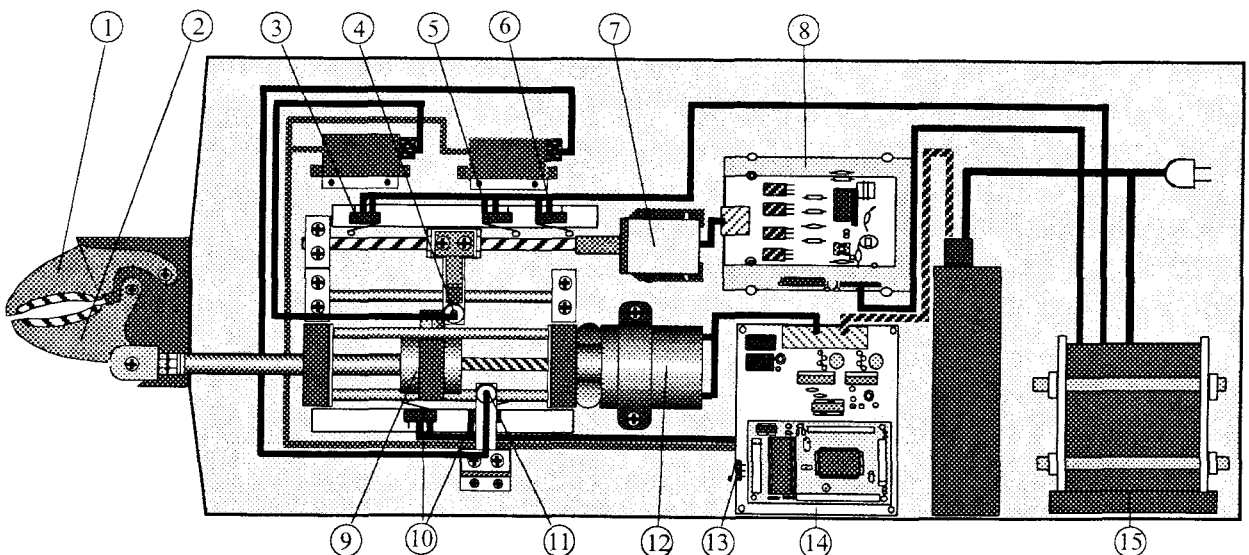


Fig.7 Wiring diagram of system



1	Fixed grip	4	Photo sensor-1	7	Step motor	10	Limit SW	13	Push SW
2	Moving grip	5	Limit-2	8	Motor driver	11	Photo sensor-2	14	AKI
3	Limit-1	6	Limit-3	9	Cylinoid trunk	12	Cylinoid motor	15	PC

Fig.8 Appearence of system

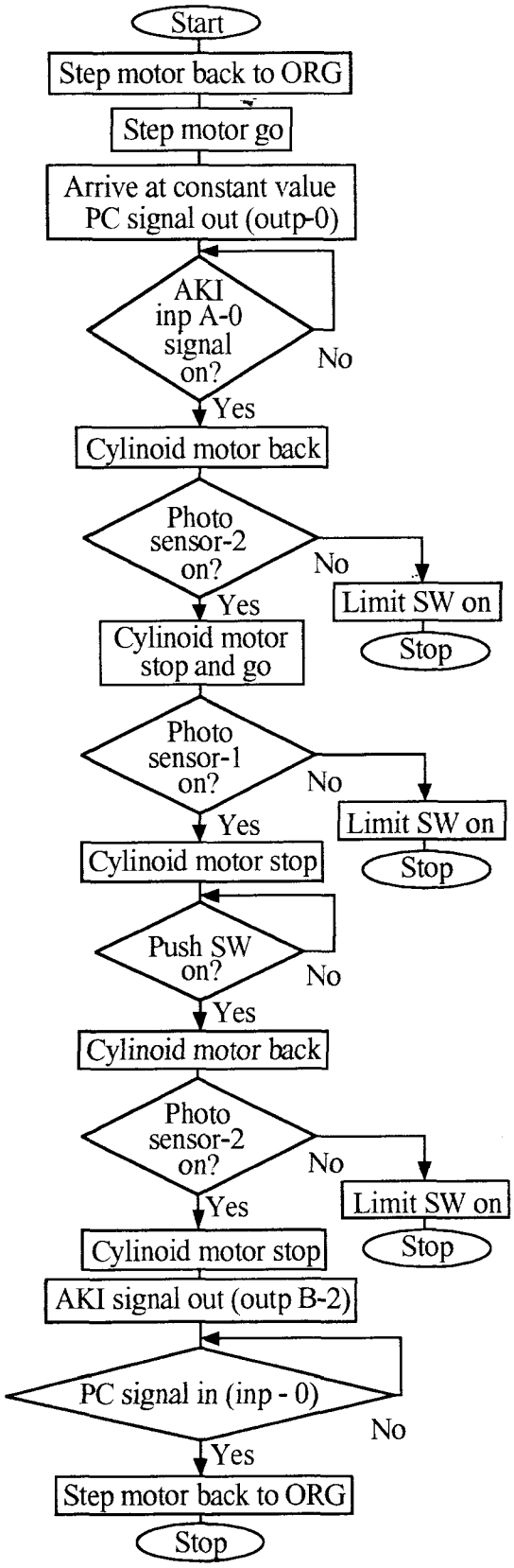


Fig.9 Diagram of flow chart

§ 3 ソフトウェア

以下にプログラムの概要を述べる.

3.1 システムの動作言語

本システムを動作させる言語は, アセンブリ言語とPC付属の専用言語を使用した.

AKIではパソコン上でアセンブリ言語を使用してプログラムを作成した後, プログラムをROMライターを使用してROMに書き込み, それをAKIのボードに搭載した.

3.2 プログラムの動作

図8は, システムの外観図を示している. 指定した径の筒をつかむ場合, 筒の大きさに対応した値をPC⑮に設定

Table 1 Control program of system

Label	Mnemonic code	Comment
PIOAD	equ 1ch	PIO A data
PIOAC	equ 1dh	PIO A control
PIOBD	equ 1eh	PIO B data
PIOBC	equ 1fh	PIO B control
	ORG 0000h	
	LD SP, 0	Set stack point 0
	IM 2	Set mode 2
	LD A, 11001111b	PIO A initialization
	OUT (PIOAC), A	mode3(Input)
	LD A, 11111111b	
	OUT (PIOAC), A	
	LD A, 00010111b	
	OUT (PIOAC), A	
	LD A, 00000011b	
	OUT (PIOAC),A	
	LD A, 11001111b	PIO B initialization
	OUT (PIOBC), A	mode3(Output)
	LD A, 00000000b	
	OUT (PIOBC), A	
	LD A, 00010111b	
	OUT (PIOBC), A	
	LD A, 00000011b	
	OUT (PIOBC), A	
DD	CALL TIM	Call TIM
D0	IN A,(PIOAD)	Read data from PIOAD
	BIT 0, A	Signal OFF from PC,
	JP Z, D0	go to D0
D1	IN A,(PIOAD)	Read data from PIOAD
	BIT 1, A	Photo sensor-2 ON,
	JP NZ, D2	go to D2
	LD A, 01H	Cylinoid motor
	OUT (PIOBD), A	CCW rotation
	CALL O1	Call O1
	JP D1	Go to D1
D2	IN A,(PIOAD)	Read data from PIOAD

	BIT 2, A	Photo sensor-1 ON,
	JP NZ, D3	go to D3
	LD A, 02H	Cylinoid motor
	OUT (PIOBD), A	CW rotation
	CALL O1	Call O1
	JP D2	Go to D2
D3	LD A, 00H	Cylinoid motor
	OUT (PIOBD), A	stop
D30	IN A,(PIOAD)	Read data from PIOAD
	BIT 3, A	Push SW OFF,
	JP Z, D30	go to D30
D4	IN A,(PIOAD)	Read data from PIOAD
	BIT 1, A	Photo sensor-2 ON,
	JP NZ, D5	go to D5
	LD A, 01H	Cylinoid motor
	OUT (PIOBD), A	CCW rotation
	CALL O1	Call O1
	JP D4	Go to D4
D5	IN A,(PIOAD)	Read data from PIOAD
	LD A, 04H	Signal out,
	OUT (PIOBD), A	send to PC
	JP DD	Go to DD
TIM	LD B, 15	Set B on 15
T0	LD C, 250	Set C on 250
T1	LD D, 250	Set D on 250
T2	DEC D	D − 1
	JP NZ, T2	D ≠ 0 then go to T2
	DEC C	C − 1
	JP NZ, T1	C ≠ 0 then go to T1
	DEC B	B − 1
	JP NZ, T0	B ≠ 0 then go to T0
	RET	Return
O1	IN A,(PIOAD)	Read data from PIOAD
	BIT 4, A	Limit-SW ON,
	JP NZ, O2	go to O2
	RET	Return
O2	LD A, 00H	Cylinoid motor
	OUT (PIOBD), A	stop
	HALT	Program stop

Table 2 Programable controller program

Label	Mnemonic code	Comment
1-00	ORG 0	Return to origin
1-01	123	Value of ring size
1-02	FUN 200	Output port 0 to ON
1-03	FUN 300	Output port 0 to OFF
1-04	FUN 000	Wait for port 0 ON
1-05	ORG 0	Return to origin
1-06	END	End

する．その後，PC⑮は，原点用リミットスイッチ⑤の反応がなければ，シリノイド停止用ホトセンサ④をステップ側原点まで戻す．そして，さきに設定した値までステップモータ⑦を回転させ，シリノイド停止用ホトセンサ④を前進させる．この動作が終了すると，PC⑮はAKI⑭に信号を送信する．信号を受信したAKI⑭は，原点センサ⑪によりシリノイド本体⑨(以降，本体と呼ぶ)がシリノイド側原点にあるのかどうかの確認をする．もし本体⑨がシリノイド側原点になければ，シリノイドモータ⑫を本体⑨をシリノイド側原点まで戻す．本体⑨がシリノイド側原点に戻ると，シリノイドモータ⑫は前進し，シリノイド停止用ホトセンサ④がONになるまで本体⑨を移動させる．次につかんだ筒をはなす場合，プッシュスイッチ⑬を押すと，本体⑨はシリノイド側原点に戻り，筒をはなす．そして，本体⑨がシリノイド側原点に戻ると，AKI⑭からPC⑮へ信号を送信する．信号を受信したPC⑮はシリノイド停止用ホトセンサ④をステップ側原点に戻し，一連の動作を終了する．

3.3 フローチャートとシステムの動作プログラム

図9はプログラムの流れを示すフローチャートを示している．また，表1はシステムの制御プログラムを，表2はPCの制御プログラムを示している．

§4 結言

本研究において，任意の筒の径を入力すると，自動的に筒をつかむことのできるシステムを構築した結果を要約すると次のようになる．

1. プログラマブルコントローラに任意の筒の径を入力すると，マイクロコンピュータが作動して筒をつかむことができる装置を製作することができた．
2. 筒をつかむ機構にシリノイド(電動シリンダー) を使用することにより，非常にコンパクトな装置とすることができた．

参考文献

1) 野原,PCコントローラとマイクロコンピュータの組み合わせによる機器の制御,呉工業高等専門学校研究報告32巻1号,1996,P.49～60.

2) 野原,階段を昇降するロボットの制御,呉高専35周年記念学術論文集,2000,P.55～60.

3) 横田,図解Z-80の使い方,オーム社,1993.

4) 鈴木,たのしくできるセンサ回路と制御実験,東京電機大学出版局,1999.

5) 西野,IC論理回路入門,日刊工業新聞社,1989.

6) MPC-01取扱説明書.